

УДК 004.9

ШОШИНА Ксения Владимировна, старший преподаватель кафедры информационных технологий института математики, информационных и космических технологий Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 6 научных публикаций, в т. ч. одного учебного пособия

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕСНЫХ ДОРОГ¹

В статье содержится постановка задачи по созданию системы мониторинга лесовозных дорог, описан анализ предметной области и средств дистанционного зондирования, в результате которого определены основные дефекты дорог и технологии их обнаружения. Статья содержит определение дешифровочных признаков лесных дорог и новые подходы по обработке пространственной информации дорожной сети.

Ключевые слова: лесные дороги, дорожные дефекты, данные дистанционного зондирования Земли, признаки дешифрирования лесных дорог.

1. Актуальность работы. Актуальной задачей для лесопромышленного комплекса Архангельской области является внедрение современных технологий при проектировании и эксплуатации сети лесных дорог, т. к. инвести-

рование дополнительных средств в данную область представляется маловероятным.

Анализ жизненного цикла лесной дороги (рис. 1) показывает, что существенным этапом при проектировании и эксплуатации дорог яв-



Рис. 1. Жизненный цикл дороги

¹ В научных исследованиях были использованы космические снимки, предоставленные ИТЦ «СканЭкс». Кафедра ИТ ИМИКТ благодарит ИТЦ «СканЭкс» за оказываемую информационную поддержку исследовательских работ кафедры.

ляется мониторинг состояния дорожной сети. Современные методы и оборудование позволяют оперативно собирать точные данные об исходном состоянии дорог, интерпретировать эти данные и подбирать эффективные инженерные решения для поставленной задачи.

2. Используемые технологии. Применение систем мониторинга в лесной отрасли Архангельской области поможет улучшить качество лесных дорог и обеспечить снижение издержек при их дальнейшем содержании. Это достигается за счет использования более точных и актуальных данных при расчетах конструкций дорог. Также следует отметить, что регулярный мониторинг позволяет выявить условия для формирования зон аварийности дорог.

Руководствуясь оценкой прочности нежестких дорожных одежд [2], можно составить таблицу критических параметров лесных дорог и технологий, с помощью которых данные параметры можно обнаружить.

Из анализа возможных современных технологий, в т. ч. стоимости получения данных, следует, что дешифрирование данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), уточненное полевыми исследованиями, позволяет осуществлять сбор в реальном режиме времени информации о состоянии дорог для последующей обработки и анализа при относительно небольших финансовых вложениях.

На протяжении всего жизненного цикла дорожной сети проектирование, строительство,

мониторинг, ремонт должны опираться на достоверную пространственную информацию о структуре и состоянии существующей транспортной сети, ее связи с датой и приемами проведения заготовок, показателях физико-механического состояния грунтов, особенностях водного режима территории и других данных. Получение такого рода информации крайне затруднительно вследствие отсутствия специализированных карт и замедленного информационного оборота данных. В этом случае космические снимки могут сыграть решающую роль в восполнении информационных пробелов и восстановлении данных, необходимых для моделирования и эксплуатации транспортной лесозаготовительной сети.

Задачи мониторинга состояния лесных дорог с использованием космических снимков состоят в следующем:

- построении карты существующей сети дорог;
- оценке текущего состояния дорожной сети и зон аварийности;
- выявлении тенденций изменения состояния дорог и установлении причин возникновения проблем;
- определении количества переходов и их расположения через участки резкого перепада рельефа и гидрографические объекты (реки, болота и пр.);

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ ДЕФЕКТЫ ДОРОГ И ТЕХНОЛОГИИ ИХ ОБНАРУЖЕНИЯ

Зимний период	Летний период	Период межсезонья
<i>Виды дефектов</i>		
– Лед – Снежные накаты	– Трещины – Волны – Колейность – Выбоины	– Открытые пучины – Трещины – Колейность – Просадки, проломы – Подтопления – Водоотвод
<i>Технологии обследования дорог</i>		
– Погодные станции – Метеорадары – Визуальное инспектирование	– Визуальное инспектирование – Профилометры – Акселометры – Дистанционное зондирование	– Контроль состояния водоотвода – Датчики влажности – Измерение степени колейности – Дистанционное зондирование

- выявлении возможностей модернизации, повышения классности дорог;
- контроле за проведением ремонтных работ в зоне аварийности дорог;
- оценке основных затрат на реконструкцию и поддержание лесных дорог.

3. Методика исследования состояния лесных дорог с использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). В табл. 2 приведены основные параметры спутниковых снимков и сезоны съемки для получения более точной информации при дешифрировании снимков в исследованиях лесных дорог.

Таким образом, для мониторинга и проектирования сети лесных дорог важно использовать космические снимки разных временных интервалов:

- периода межсезонья: для определения участков с переувлажненными грунтами, заболоченных территорий, зон глубокого промерзания;
- летнего периода: для определения типа дорог, типа дорожного покрытия, выявления участков дорог в аварийном состоянии, сетки трещин, для определения типа растительного покрова, признаков заторфованных грунтов, ландшафтных признаков;

Таблица 2

ПАРАМЕТРЫ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ [1]

Тематическая задача	Объекты дешифрирования	Съемочная платформа	Разрешение снимка, м	Спектр. диапазоны, мкм	Период года
Выявление границ областей устойчивости снежного покрова	Граница снежного покрова	MODIS, AWIFS	1000, 500–250, 70	0,4–0,8	Зимний
Выявление дороги	Дороги – топографическая	Formosat-2, EROS A/B, Ikonos-2, QuickBird, Песурс-ДК и др.	1–10	0,4–1,1	Летний
Оценка состояния дорог	Дороги – транспортная	Formosat-2, EROS A/B, Ikonos-2, QuickBird, Песурс-ДК и др.	1–10	0,4–1,1	Межсезонье, летний
Выявление предаварийных участков	Участки возможных аварий	Formosat-2, EROS A/B, Ikonos-2, QuickBird, Песурс-ДК, RADARSAT-2, TERRASAR-X и др.	5–15,1	0,4–1,1, 2–7 см	Межсезонье, летний
Выявление последствий строительства и эксплуатации дорог	Участки земель с различной степенью нарушенности	Formosat-2, EROS A/B, Ikonos-2, QuickBird, Песурс-ДК, ALOS, IRS-P5 и др.	5–15,1	0,4–1,1	Межсезонье, летний
Выбор трасс для проектирования и строительства новых дорог	Проектируемые трассы – размещение объектов капитального строительства	Formosat-2, EROS A/B, Ikonos-2, QuickBird, Песурс-ДК, ALOS, IRS-P5, LISS-IV и др.	1–10	0,4–1,1	Межсезонье, летний

– зимнего периода: для выделения участков пучинообразования, определения границ снежных накатов, уточнения породного состава леса.

3.1. Классификация дешифровочных признаков лесных дорог. После подбора

снимка на рассматриваемую территорию, например, отображением эффекта – подтопление (рис. 2) необходимо установить основные объекты дешифрирования и их дешифровочные признаки (табл. 3).

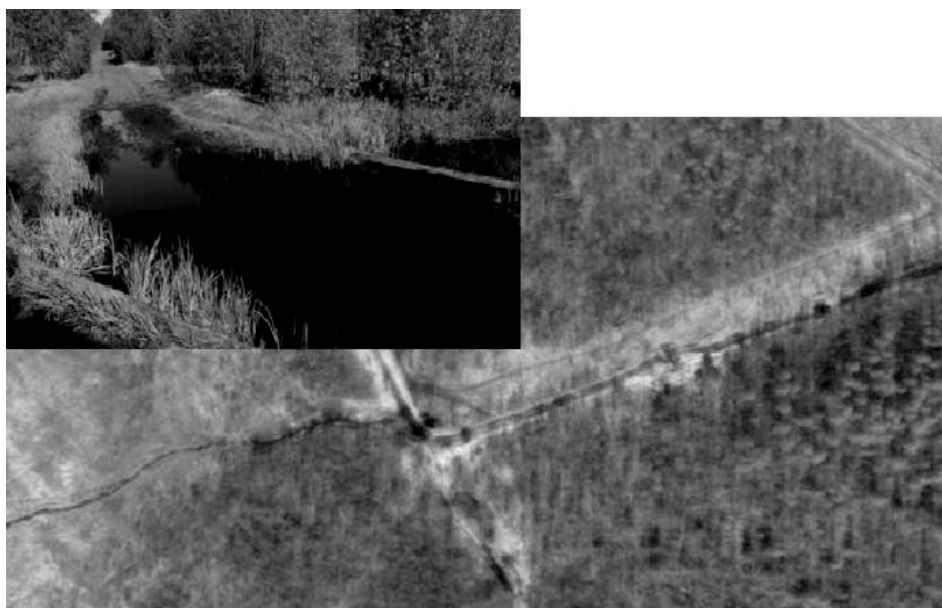


Рис. 2. Детальный мультиспектральный снимок с отображением дорожного дефекта – подтопление

Таблица 3

**ДЕШИФРОВОЧНЫЕ ПРИЗНАКИ ЛЕСНЫХ ДОРОГ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ***

Объект дешифрирования	Дешифровочный признак
1. Задача – выявление дороги, определение типа покрытия дороги	
Асфальтовое покрытие	Серый цвет, структура мелкозернистая, текстура параллельно полосчатая
Грунтовое покрытие	Светло-серый – белый цвет, структура среднезернистая, текстура извилисто полосчатая
2. Задача – оценка состояния дороги	
Торфяная	Зеленый – ярко-изумрудный цвет
Заболоченная	Красный, оранжевый цвет
Засыпанная песком	Ярко-голубой цвет (минеральные отложения)
Заросшая травой	Красно-розовый цвет (молодая поросль – осока, березовый, осиновый подрост и пр.), желтовато-песочный цвет (сухая трава)
3. Выявление предаварийных участков	
Колейность, подтопления	Фиолетовый цвет

* – детальные мультиспектральные снимки Landsat, синтез каналов 4-5-1, 4-5-2 (инфракрасный – средний инфракрасный – синий, инфракрасный – средний инфракрасный – зеленый).

4. Выводы.

1. Разработана методика создания системы мониторинга лесных дорог с использованием данных ДЗЗ.

2. Предложена система дешифровочных признаков лесных дорог на основе использования спутниковых снимков.

3. Мониторинг сети лесных дорог по данным ДЗЗ как основной способ не только выяв-

ления зон аварийности, но что гораздо важнее – их предупреждения.

4. Информация, полученная в ходе дешифрования спутниковых снимков лесных дорог, может быть использована для развития дорожной отрасли с учетом сложных погодных и климатических факторов.

Список литературы

1. Классификатор тематических задач оценки природных ресурсов и окружающей среды, решаемых с использованием материалов дистанционного зондирования Земли. М., 2001.

2. Типовые решения по восстановлению несущей способности земляного полотна и обеспечению прочности и морозоустойчивости дорожной одежды на пучинистых участках автомобильных дорог. М., 2000.

References

1. *Klassifikator tematicheskikh zadach otsenki prirodnnykh resursov i okruzhayushchey sredy, reshaemykh s ispol'zovaniem materialov distantsionnogo zondirovaniya Zemli* [Classifier of Thematic Tasks of Natural Resources and the Environment Evaluation Performed Using Remote Sensing Data]. Moscow, 2001.

2. *Tipovye resheniya po vosstanovleniyu nesushchey sposobnosti zemlyanogo polotna i obespecheniyu prochnosti i morozoustoychivosti dorozhnoy odezhdy na puchinistyykh uchastkakh avtomobil'nykh dorog* [Standard Solutions to Restore the Bearing Capacity of the Road Bed and Ensure the Strength and Frost Resistance of the Pavement on Frost Heave Road Sections]. Moscow, 2000.

Shoshina Kseniya Vladimirovna

Institute of Mathematics, Information and Space Technologies,
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

MONITORING AND RESEARCH OF FOREST ROADS

The article states the problem of creating a forest road monitoring system and analyses the data domain and means of remote sensing, thereby identifying major road defects and technology for their detection. Key objectives of monitoring the status of forest roads were singled out, allowing us to develop monitoring methodology using remote sensing data. This methodology takes into account the specific objects of interpretation, the recommended period of photography, image resolution and spectral range. The article defines the interpretive features of forest roads and suggests new approaches to the treatment of spatial information of the forest road network.

Keywords: forest roads, road defects, remote sensing, interpretive features of forest roads.

Контактная информация:

адрес: 163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, д. 2;
e-mail: k.shoshina@narfu.ru

Рецензент – Каргополов М.Д., доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики института экономики и управления Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова; Гурьев А.Т., кандидат технических наук, доцент, директор центра исследования лесов института математики, информационных и космических технологий Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова